

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox. ✓

(A)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9-245738

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J	61/36		H 0 1 J	B
	9/32			D

審査請求 未請求 請求項の数 5

F D

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-83121

(22) 出願日 平成8年(1996)3月12日

(71) 出願人 000001133

株式会社小糸製作所

東京都港区高輪4丁目8番3号

(72) 発明者 深井 邦夫

静岡県清水市北脇500番地 株式会社小糸
製作所静岡工場内

(72) 発明者 大川井 信雄

静岡県清水市北脇500番地 株式会社小糸
製作所静岡工場内

(72) 発明者 長澤 優一

静岡県清水市北脇500番地 株式会社小糸
製作所静岡工場内

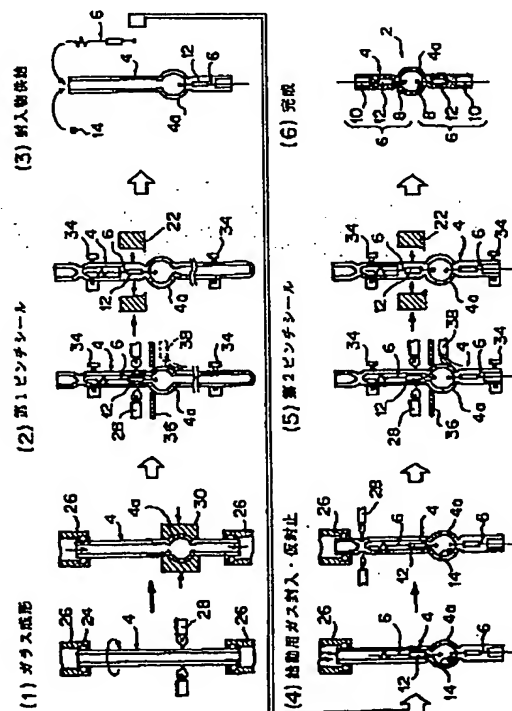
(74) 代理人 弁理士 森山 隆

(54) 【発明の名称】 アークチューブおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ガラス管 4 の球状部 4 a の両側に 1 対のモリブデン箔 1 2 がピンチシールされてなるアークチューブ 2 を、各モリブデン箔 1 2 を順次ピンチシールすることにより製造する方法において、ピンチシール時のモリブデン箔 1 2 の破断不良発生を防止する。

【解決手段】 1 つ目のモリブデン箔 1 2 に対するピンチシール (第 1 ピンチシール) を、従来のようにガラス管 4 内に不活性ガスを流入させた状態で行うのではなく、ガラス管 4 の内圧を 0.5 t o r r 以下の真空状態に維持した状態で行うことにより、ピンチシール時の破断の原因となるモリブデン箔 1 2 の酸化を最小限に抑える。これにより、1 対のモリブデン箔 1 2 が各々純度 99.95% 以上のモリブデンからなり、かつ、該モリブデン箔 1 2 の厚さが 20 μ m 以下に設定されたアークチューブ 2 が製造可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 球状部を有するガラス管の上記球状部の両側に1対のモリブデン箔がピンチシールされてなるアークチューブにおいて、

上記各モリブデン箔が純度99.95%以上のモリブデンからなり、かつ、該モリブデン箔の厚さが20 μ m以下に設定されている、ことを特徴とするアークチューブ。

【請求項2】 上記ガラス管が石英ガラス製である、ことを特徴とする請求項1記載のアークチューブ。

【請求項3】 球状部を有するガラス管の上記球状部の両側に1対のモリブデン箔がピンチシールされてなるアークチューブを、上記各モリブデン箔を順次ピンチシールすることにより製造する方法において、

1つ目のモリブデン箔に対するピンチシールが、該モリブデン箔を上記ガラス管内の所定位置まで挿入するとともに上記ガラス管の内圧を0.5 torr以下の真空状態に維持した状態で行われる、ことを特徴とするアークチューブの製造方法。

【請求項4】 球状部を有するガラス管の上記球状部の両側に1対のモリブデン箔がピンチシールされてなるアークチューブを、上記各モリブデン箔を順次ピンチシールすることにより製造する方法において、

1つ目のモリブデン箔に対するピンチシールが、該モリブデン箔を上記ガラス管内の所定位置まで挿入するとともに上記ガラス管の内圧を一旦0.5 torr以下の真空状態にした後に不活性ガスを封入して760 torr以下の低圧状態に維持した状態で行われる、ことを特徴とするアークチューブの製造方法。

【請求項5】 上記ガラス管が石英ガラス製である、ことを特徴とする請求項3または4記載のアークチューブの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、放電灯の光源等として用いられるアークチューブおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】放電灯は、高輝度照射が可能なことから、野外照明灯や道路照明灯のみならず車輛用前照灯や店舗内照明灯等としても多く利用されるようになってきているが、その光源として、図1(6)に示すようなアークチューブが知られている。

【0003】すなわち、このアークチューブ2は、中央に球状部4aが形成されたガラス管4と、このガラス管4内の上記球状部4aの両側に設けられた1対の電極アッシー6とからなっている。上記各電極アッシー6は、球状部4aの内部空間(放電室)に突出する電極棒8と、ガラス管4の端部から突出するリード線10とが、矩形的モリブデン箔12を介して接続されてなり、その

モリブデン箔12の部分においてガラス管4にピンチシールされている。このように電極棒8とリード線10との間にモリブデン箔12を介在させ、このモリブデン箔12の部分においてガラス管4にピンチシールする構造を採用することにより、単一部材からなる金属電極を用いた場合に生じる該金属電極とガラス管4との熱膨張差を、薄膜のモリブデン箔12で吸収して、球状部4a内の気密性を保持するようにしている。

【0004】なお、本願明細書において「ピンチシール」とは、加熱されたガラス管をプレス圧縮することにより、ガラス管内の挿入物(モリブデン箔等)をガラス管素材と密着させた状態でガラス管内に埋設するシール方法のことをいう。

【0005】上記1対のモリブデン箔12は、1つずつ順次ピンチシールされるのであるが、1つ目のモリブデン箔に対するピンチシールは、従来、次のようにして行われている。すなわち、図6に示すように、ガラス管4の一端部から電極アッシー6を挿入して該ガラス管4内の球状部4a近傍にモリブデン箔12を位置せしめた状態で(a)、ガラス管4内にアルゴンガスや窒素ガス等の不活性ガスを流入させてガラス管4内の大気を追い出すとともにガラス管4のモリブデン箔12を囲む部分を加熱した後(b)、ピンチャ22でガラス管4をプレスすることにより、(c)ピンチシールを行っている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のピンチシール方法では、次のような問題が生じている。

【0007】すなわち、モリブデン箔は酸化していると抗張力が低下するためピンチシール時に破断しやすくなる。このため、上記従来のピンチシール方法においても、ガラス管内へ不活性ガスを流入させることにより、モリブデン箔の酸化の原因となる大気をガラス管4内から追い出すようにしている。しかしながら、この方法ではガラス管4内の大気を十分に除去することができず、このため酸化防止効果も十分でなく、モリブデン箔の破断不良が少なからず生じる、という問題がある。

【0008】特に、モリブデン箔にガラスとの熱膨張係数の差を十分に吸収させるためには、モリブデン箔の厚さをできるだけ薄くすることが好ましいのであるが、モリブデン箔の厚さを20 μ m以下まで薄くした場合には、上記従来のピンチシール方法では上記破断不良が頻発する、という問題がある。

【0009】一方、モリブデンにカリウムやカルシウム等の添加剤を添加してモリブデン箔を形成するようにすれば、モリブデン箔の厚さを20 μ m以下まで薄くした場合でも、上記破断不良の発生を低減させることが可能である。しかしながら、このような添加剤混入型のモリブデン箔を用いた場合には、モリブデン箔が高価なものとなってしまう、かつ、モリブデン箔の硬度が高くなる

ため加工しにくくなる、という問題がある。

【0010】本願発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、ピンチシール時の破断不良発生を防止することができ、かつ、安価で加工性のよいモリブデン箔を備えたアークチューブおよびその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願発明は、1つ目のモリブデン箔に対するピンチシールの際、従来のようにガラス管内に単に不活性ガスを流入させた状態では、ピンチシールを行うのではなく、ガラス管の内圧を0.5 torr以下の真空状態に維持した状態（または一旦0.5 torr以下の真空状態にした後に不活性ガスを封入して760 torr以下の低圧状態に維持した状態）でピンチシールを行うようにすることにより、上記目的達成を図るようにしたものである。

【0012】すなわち、本願発明に係るアークチューブは、請求項1に記載したように、球状部を有するガラス管の上記球状部の両側に1対のモリブデン箔がピンチシールされてなるアークチューブにおいて、上記各モリブデン箔が純度99.95%以上のモリブデンからなり、かつ、該モリブデン箔の厚さが20 μm以下に設定されている、ことを特徴とするものであり、このようなアークチューブを得るための、本願発明に係るアークチューブの製造方法は、請求項3または4に記載したように、球状部を有するガラス管の上記球状部の両側に1対のモリブデン箔がピンチシールされてなるアークチューブを、上記各モリブデン箔を順次ピンチシールすることにより製造する方法において、1つ目のモリブデン箔に対するピンチシールが、該モリブデン箔を上記ガラス管内の所定位置まで挿入するとともに上記ガラス管の内圧を0.5 torr以下の真空状態に維持した状態で（または一旦0.5 torr以下の真空状態にした後に不活性ガスを封入して760 torr以下の低圧状態に維持した状態）で行われる、ことを特徴とするものである。

【0013】上記請求項1記載の発明において、「純度99.95%以上のモリブデン」とは、モリブデン以外の不純物（添加剤をも含む）が0.05%未満であることを意味するものである。

【0014】上記請求項3または4記載の発明において、ガラス管の内圧を「0.5 torr以下の真空状態」にするための具体的方法は特に限定されるものではないが、例えば、ガラス管の一端部を封止（ここに「封止」とは、加熱して閉じることを意味する。）するとともに他端部から排気する方法、あるいは、ガラス管の一端部を他の部材で閉塞するとともに他端部から排気する方法、等が採用可能である。

【0015】

【発明の作用効果】本願発明に係るアークチューブの製造方法においては、請求項3または4に記載したよう

に、1つ目のモリブデン箔に対するピンチシールが、該モリブデン箔を上記ガラス管内の所定位置まで挿入するとともに上記ガラス管の内圧を0.5 torr以下の真空状態に維持した状態（または一旦0.5 torr以下の真空状態にした後に不活性ガスを封入して760 torr以下の低圧状態に維持した状態）で行われるようになっているので、ガラス管内の酸素濃度を極めて低くすることができ、これにより、モリブデン箔の酸化を最小限に抑えることができるので、たとえ純度99.95%以上のモリブデンからなるモリブデン箔を用いかつその厚さを20 μm以下まで薄くした場合であっても、ピンチシール時にモリブデン箔が破断してしまうのを防止することができる。

【0016】請求項5に記載したように、上記ガラス管が線膨張率の小さい石英ガラス製である場合には、モリブデン箔とガラス管との熱膨張率差が一層大きくなるので、本願発明に係るアークチューブの製造方法を採用することが特に効果的である。

【0017】また、本願発明に係るアークチューブは、請求項1に記載したように、ガラス管にピンチシールされた1対のモリブデン箔が、いずれも純度99.95%以上のモリブデンからなり、かつ、該モリブデン箔の厚さが20 μm以下に設定されているが、このようなアークチューブが、その1対のモリブデン箔のいずれにも破断を生じていない状態で存在するということは、該アークチューブが本願発明に係るアークチューブの製造方法により製造されたものであることを意味するものである。特に、請求項2に記載したように、アークチューブのガラス管が石英ガラス製である場合には、本願発明に係るアークチューブの製造方法を採用することなく、上記のようなアークチューブを得ることができないことは一層明白である。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて、本願発明の実施の形態について説明する。

【0019】まず、第1の実施形態について説明する。

【0020】図1は、本実施形態に係るアークチューブの製造方法の全工程を示す工程図である。

【0021】図示のように、アークチューブ2は、

(1)から(5)の5工程により製造され、これらの工程を経て(6)の完成品が得られる。

【0022】なお、完成品たるアークチューブ2の構成の概要については、すでに「従来の技術」の欄で説明したが、その詳細について補足すると次のとおりである。すなわち、このアークチューブ2は、1対のリード線10が図示しない電源回路に接続されるようになっており、高電圧が1対の電極棒8間に印加されると両電極棒8間で放電を起こして発光するようになっている。この放電発光を可能ならしめるべく、ガラス管4の球状部4a内には、キセノンガスと、水銀や金属沃化物等の薬品

類とが封入されている。実施形態において製造の対象となるアークチューブ2は、そのガラス管4が石英ガラス製であり、また、そのモリブデン箔12は純粋なモリブデン（純度99.95%以上）からなりその厚さは19 μ mである。

【0023】図1において、最初のガラス成形工程

(1)では、ガラス管4（この段階ではまだ円筒管である。）の両端部を、Oリング24が取り付けられた1対の給排ヘッド26で気密支持して、ガラス管4を回転させながらその中間部をバーナ28で加熱した後、両給排ヘッド26からガラス管4内に高圧大気を吹き込みながら上記中間部に金型30を押し当てることにより、球状部4aを形成する。

【0024】次の第1ピンチシール工程(2)では、1つ目の電極アッシー6をガラス管4にピンチシールする。図2は、この第1ピンチシール工程(2)を詳細に示す工程図である。

【0025】図2に示すように、この第1ピンチシール工程は、(a)から(f)の6工程からなっている。

【0026】すなわち、電極アッシーセット工程(a)で、上記ガラス成形工程(1)を経たガラス管4を上下逆にしてその下側の開口端部を封止した後、上側の開口端部から1つ目の電極アッシー6を挿入治具32によりガラス管4内に挿入して、該ガラス管4内の球状部4a近傍にモリブデン箔12を位置せしめる。なお、この時点における電極アッシー6は、そのリード線10がジグザグ状に折り曲げられた状態にあるが、これは、電極アッシー6をガラス管4内に挿入したとき、そのリード線10をガラス管4の内周壁と摺接させて電極アッシー6をガラス管4内の任意の位置に保持し得るようにするためのものである。

【0027】次に、排気工程(b)で、給排ヘッド26をガラス管4の開口端部に装着し、この給排ヘッド26でガラス管4内の大気を排出してガラス管4の内圧を0.5 torr以下の真空状態にした後（または、一旦0.5 torr以下の真空状態にした後、ガラス管4内に不活性ガスを封入して760 torr以下の低圧状態にした後）、封止工程(c)で、上記真空状態（または上記低圧状態）に維持したまま、上記開口端部近傍においてガラス管4をバーナ28で封止する。

【0028】そして、加熱工程(d)で、ガラス管4をその上下2箇所においてチャック34でチャッキングした状態で、ガラス管4のモリブデン箔12を囲む部分をバーナ28で加熱した後、ピンチシール工程(e)で、ガラス管4の加熱軟化した部分をピンチャ22で四方からプレスしてピンチシールを行う。上記加熱の際、球状部4aが熱変形しないようにするため、バーナ28と球状部4aとの間に遮熱板36を介装するとともに、この遮熱板36の下方に配されたノズル38から液体窒素を噴射して球状部4aを冷却する。なお、この液体窒素の

噴射による冷却は、上記遮熱板36の遮熱効果が十分であれば必ずしも必要ではない。

【0029】最後に、ガラスカット工程(f)で、ガラス管4の上下両端部の不要部分をカット40でカットすることにより、第1ピンチシール工程(2)が終了する。

【0030】図1において、次の封入物供給工程(3)では、上記第1ピンチシール工程(2)を経たガラス管4を上下逆にした後、まだピンチシールされていないガラス管4の上側の開口端部から、薬品類14をその球状部4a内に供給するとともに、2つ目の電極アッシー6をガラス管4内に挿入して該ガラス管4内の球状部4a近傍にモリブデン箔12を位置せしめる。

【0031】次の始動用ガス封入・仮封止工程(4)では、給排ヘッド26をガラス管4の開口端部に装着して、ガラス管4内の大気を排出するとともにガラス管4内にキセノンガスを封入した後、上記開口端部近傍においてガラス管4をバーナ28で封止する。

【0032】次の第2ピンチシール工程(5)では、2つ目の電極アッシー6をガラス管4にピンチシールする。すなわち、ガラス管4をその上下2箇所においてチャック34でチャッキングした状態で、ガラス管4のモリブデン箔12を囲む部分をバーナ28で加熱した後、ガラス管4の加熱軟化した部分をピンチャ22で四方からプレスしてピンチシールを行う。上記加熱の際、球状部4aが熱変形しないようにするため、バーナ28と球状部4aとの間に遮熱板36を介装するとともに、この遮熱板36の下方に配されたノズル38から液体窒素を噴射して球状部4aを冷却する。なお、この液体窒素の噴射による冷却は、第1ピンチシール工程(2)の場合とは異なり、たとえ上記遮熱板36の遮熱効果が十分であっても、ガラス管4内に封入されたキセノンガスの膨張によるガラス管4の破裂を防止する上から必要である。

【0033】上記のようにして両電極アッシー6のピンチシールが行われたガラス管4の上部の不要部分をカットすることにより、(6)に示すアークチューブ2の完成品が得られる。

【0034】以上詳述したように、本実施形態に係るアークチューブの製造方法においては、1つ目の電極アッシー6に対するピンチシールが、そのモリブデン箔12をガラス管4内の所定位置まで挿入するとともにガラス管4の内圧を0.5 torr以下の真空状態に維持した状態（または一旦0.5 torr以下の真空状態にした後に不活性ガスを封入して760 torr以下の低圧状態に維持した状態）で行われるようになっているので、ガラス管4内の酸素濃度を極めて低くすることができ、これによりモリブデン箔12の酸化を最小限に抑えることができる。

【0035】このため、本実施形態において製造の対象

となるアークチューブ2のモリブデン箔12が厚さ19 μm の純粋なモリブデンからなり、しかもそのガラス管4が線膨張率の小さい(モリブデン箔12との熱膨張差が非常に大きい)石英ガラス製であるかわらず、ピンチシール時にモリブデン箔12が破断してしまうのを防止することができる。

【0036】図3は、ピンチシール時のモリブデン箔12の箔切れ不良発生率を、モリブデン箔12の厚さとの関係で調べるために実験を行った結果を示すグラフである。

【0037】従来のようにガラス管4内に不活性ガスを流入させてピンチシールを行った場合には、破線Bのグラフで示すように、モリブデン箔12の厚さが薄くなるに従って不良発生率が急激に増大し、20 μm 以下になると不良発生率が50%を超えてしまうのに対し、本実施形態のようにガラス管4内を真空状態(またはその後*

*不活性ガスを封入した低圧状態)に維持してピンチシールを行った場合には、実線Aのグラフで示すように、モリブデン箔12の厚さが20 μm 以下になっても不良発生率が0%のままである。

【0038】本実施形態において、ピンチシール時のガラス管4の内圧を0.5 torr以下の真空状態(または一旦0.5 torr以下の真空状態にした後に不活性ガスを封入して760 torr以下の低圧状態に維持した状態)に維持するようにした理由は、表1に示すように、モリブデン箔12の厚さを20 μm に設定して、ピンチシール時のモリブデン箔12の箔切れ発生状況を調べる実験を行った結果、真空度を0.5 torr以下にしたときには箔切れが発生しなくなったことによるものである。

【0039】

【表1】

ピンチシール時のモリブデン箔の箔切れ発生状況						
真空度 (torr)	1	0.8	0.5	0.1	0.01	0.001
箔切れ	×	×	○	○	○	○
○ ; 箔切れナシ × ; 箔切れ発生 (モリブデン箔の厚さ ; 20 μm)						

また、本実施形態によれば、モリブデン箔12の酸化のみならず電極棒8の酸化についてもこれを最小限に抑えることができる。このため、従来のように、電極棒8の表面に残っている酸化物からアークチューブ2の球状部4a内に遊離した酸素が球状部4a内の水銀や金属ハロゲン化合物と反応して、球状部4a内における本来の反応平衡状態を崩し、球状部4aに黒化や失透を発生させてしまうのを、効果的に防止することができ、これによりアークチューブ2の働程性能(特に光束維持率)の向上を図ることができる。

【0040】図4は、アークチューブ2を連続点灯したときの光束維持率を調べるために実験を行った結果を示すグラフである。

【0041】従来のようにガラス管4内に不活性ガスを流入させてピンチシールを行った場合には、破線Bのグラフで示すように、光束維持率の低下が激しく、1000時間経過後は80%程度になってしまうのに対し、本実施形態のようにガラス管内を真空状態に維持してピンチシールを行った場合には、実線Aのグラフで示すように、光束維持率の低下は緩やかであり、2000時間経過後も90%程度の光束維持率となっている。

【0042】次に、本願発明の第2の実施形態について説明する。

【0043】本実施形態は、図1に示す第1の実施形態の全工程のうち、第1ピンチシール工程(2)のみが異なる。

【0044】図5は、本実施形態における第1ピンチシール工程(2)を詳細に示す工程図である。図示のように、この第1ピンチシール工程は、(a)から(d)の4工程からなっている。

【0045】すなわち、電極アッシーセット工程(a)で、上記ガラス成形工程(1)を経たガラス管4を上下逆にした後、上側の開口端部から1つ目の電極アッシー6を挿入治具32によりガラス管4内に挿入して、該ガラス管4内の球状部4a近傍にモリブデン箔12を位置せしめる。

【0046】次に、排気工程(b)で、閉塞キャップ42をガラス管4の上側の開口端部に装着するとともに、給排ヘッド26をガラス管4の下側の開口端部に装着した後、給排ヘッド26でガラス管4内の大気を排出してガラス管4の内圧を0.5 torr以下の真空状態(または一旦0.5 torr以下の真空状態にした後に不活

性ガスを封入して760torr以下の低圧状態)にする。なお、上記閉塞キャップ42にも、気密性を確保するためのOリング24が取り付けられている。

【0047】その後、加熱工程(c)で、ガラス管4のモリブデン箔12を囲む部分をバーナ28で加熱した後、ピンチシール工程(d)で、ガラス管4の加熱軟化した部分をピンチャ22で四方からプレスしてピンチシールを行う。上記加熱の際、遮熱板36を介装する点およびノズル38から液体窒素を必要に応じて噴射する点は第1の実施形態と同様である。

【0048】最後に、閉塞キャップ42および給排ヘッド26をガラス管4から外すことにより、第1ピンチシール工程(2)が終了する。

【0049】本実施形態においても、第1の実施形態と同様、1つ目の電極アッシー6に対するピンチシールが、そのモリブデン箔12をガラス管4内の所定位置まで挿入するとともにガラス管4の内圧を0.5torr以下の真空状態に維持した状態で(または一旦0.5torr以下の真空状態にした後に不活性ガスを封入して760torr以下の低圧状態に維持した状態で)行われるようになっているので、ガラス管4内の酸素濃度を極めて低くすることができ、これによりモリブデン箔12の酸化を最小限に抑えることができる。

【0050】また、本実施形態においては、第1ピンチシール工程(2)で閉塞キャップ42を用いることにより、第1の実施形態のようにガラス管4内を真空状態にするためにガラス管4の両端部を封止する必要をなくしているため、封止作業および封止されたガラス管4の両端部をカットする作業が不要となり、これにより第1ピンチシール工程(2)を簡素化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明に係るアークチューブの製造方法の第

1の実施形態の全工程を示す工程図

【図2】上記実施形態の第1ピンチシール工程の詳細を示す工程図

【図3】上記実施形態の作用を従来例と対比して示すグラフ

【図4】上記実施形態により製造されたアークチューブの作用を従来例と対比して示すグラフ

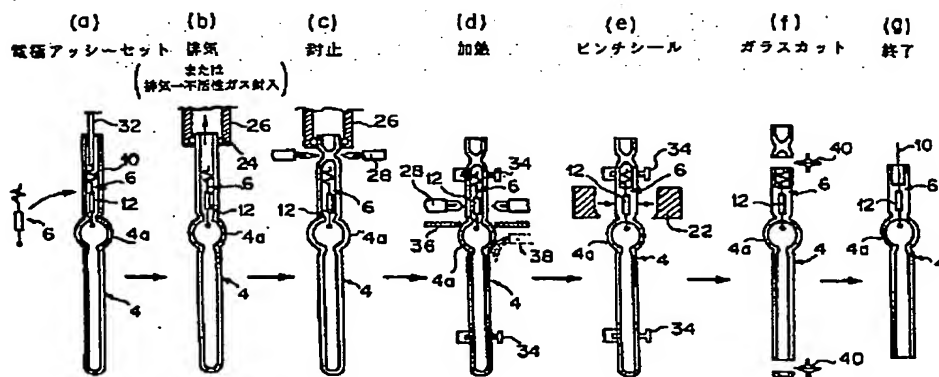
【図5】本願発明に係るアークチューブの製造方法の第2の実施形態における第1ピンチシール工程の詳細を示す工程図

【図6】従来例を示す、図2と同様の図

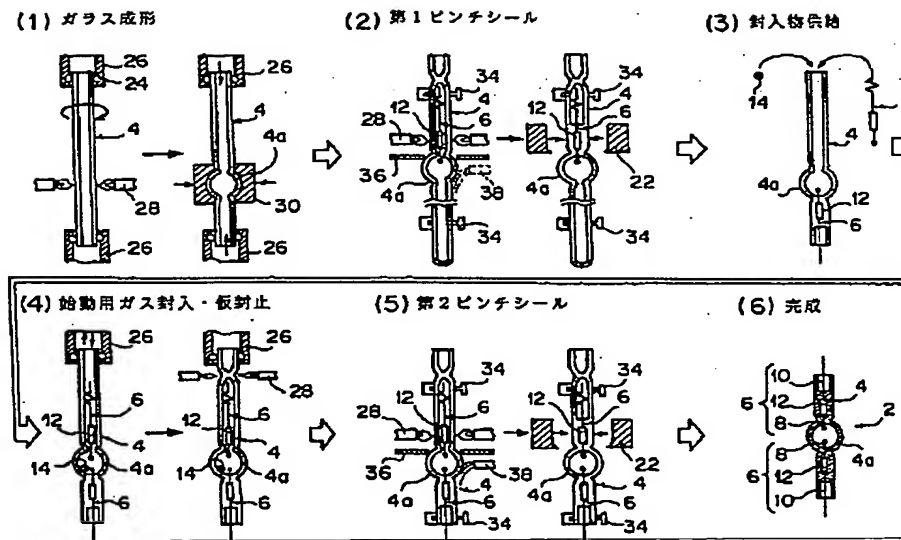
【符号の説明】

- 2 アークチューブ
- 4 ガラス管
- 4a 球状部
- 6 電極アッシー
- 8 電極棒
- 10 リード線
- 12 モリブデン箔
- 14 薬品類
- 22 ピンチャ
- 24 Oリング
- 26 給排ヘッド
- 28 バーナ
- 30 金型
- 32 挿入治具
- 34 チャック
- 36 遮熱板
- 38 ノズル
- 40 カッタ
- 42 閉塞キャップ

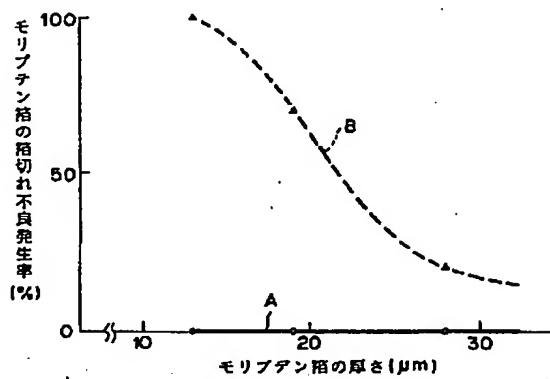
【図2】



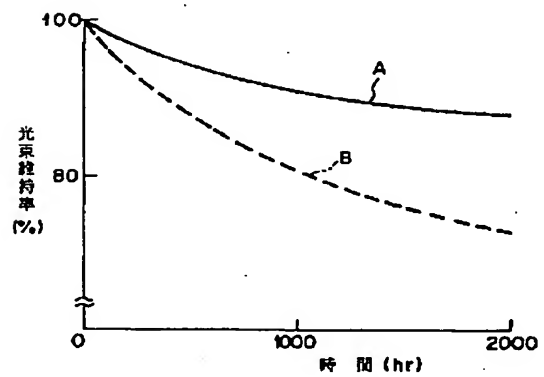
【図1】



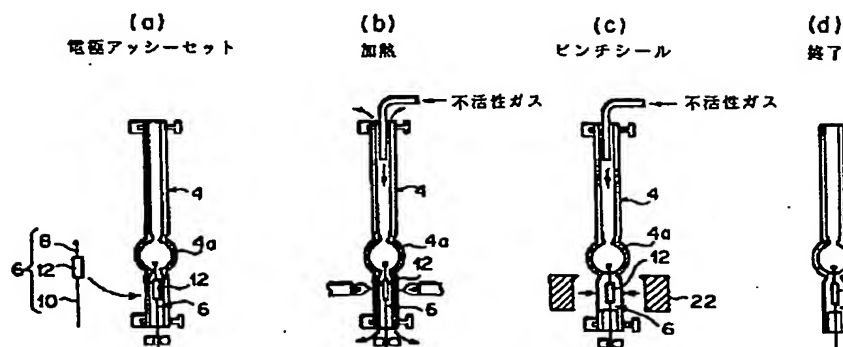
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

